

免震建物の擁壁衝突時における擁壁部水平抵抗の簡易評価法に関する研究 ～背後地盤が粘性土の場合～

荏本研究室 柴田 龍弥

研究概要

近年、過大地震動が免震建物に入力した場合に擁壁への衝突が懸念されている。国内での事例は報告されていないものの模型実験や実大実験、解析的研究が行われ衝突後の建物の挙動は明らかになってきている。しかし、擁壁部(擁壁+背後地盤)の剛性および復元力特性の評価には不明確な部分が多く、衝突現象のシミュレーションには3次元 FEM 解析に頼らざるを得ず、実務的にも衝突解析は困難であるといえる。

そこで本研究では、免震建物が擁壁に対して一様に衝突するときの擁壁部水平抵抗を、下の線材モデルを用いて簡易的に評価する手法を提案し、3次元 FEM 解析結果との比較を行った。

簡易評価法

擁壁を片持ち梁と考える。Francis の式を準用し擁壁と背後地盤の動的相互作用ばねを求める。擁壁を正方形断面に分割し、幅 t あたりの動的相互作用ばねを算出する。そして、 L/t を乗じることにより擁壁に線として衝突する場合の動的相互作用ばね k_{fsi} を次式より求める。

$$k_{fsi} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1.3E_{si}}{1 - \nu_{si}^2} \left(\frac{E_{si} \cdot t^4}{E_C \cdot I_C} \right)^{\frac{1}{12}} \times \frac{L}{t}$$

また、Francis の式では圧縮・引張の両側地盤の抵抗が考慮されているが、今回は右側地盤のみを考慮するため $1/2$ を乗じる。各節点に取り付ける動的相互作用ばね k'_{fsi} は i 層の層厚を H_i としたとき、各節点に隣接する 2 層の支配厚を乗じることにより算出する。

ばねに与える非線形特性は次式に示す Francis のばねを用いた双曲線モデルとする。

$$P_i = k_{fsi} \delta / \left(1 + \frac{k_{fsi} \delta}{P_{imax}} \right)$$

ここで、 P_{imax} はランキンの受働土圧の式を用いる。そして擁壁背後地盤の最大せん断ひずみが擁壁の最大せん断ひずみと等しいと仮定し、次式により減衰係数を求める。このとき $\alpha=4/5$ とする。

$$c_{gsi} = \left\{ \alpha \cdot \rho_i t \cdot \frac{1}{2} V'_{Lai} + (1 - \alpha) \rho_i t \cdot \frac{1}{2} V_{Lai} \right\} \times \frac{L}{t}$$

そして、各節点に取り付けるダッシュポットの減衰係数 c'_{gsi} は各節点の支配厚を乗じることで求める。

結果

図 2 に 3 次元 FEM 解析による結果と簡易評価法による解析の結果の比較を示す。縦軸には擁壁に与えた荷重を、横軸には加力位置と擁壁基部との相対応変位を示す。

GL-1.6m 加力時、面衝突時の GL-1.6m における荷重-変位関係を示す。面衝突時には荷重の合計が線衝突とほぼ同じになるような荷重倍率を与えている。

擁壁厚さ $t=0.2m$ および $t=0.3m$ において、線衝突の場合および面衝突の場合ともに 3 次元 FEM 解析の結果と簡易評価法の解析結果は概ね良好に対応していた。

まとめ

本研究では免震建物の擁壁部において線衝突した場合および面衝突した場合の 3 次元 FEM 解析および簡易評価法による解析を行った。そして両者を比較し、概ね対応していることが確認できた。

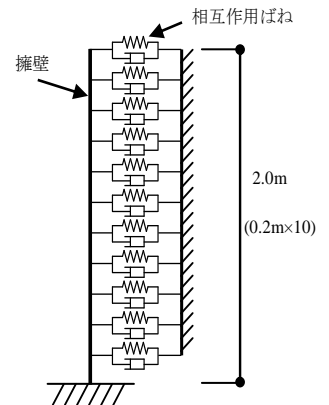


図 1 簡易評価モデル

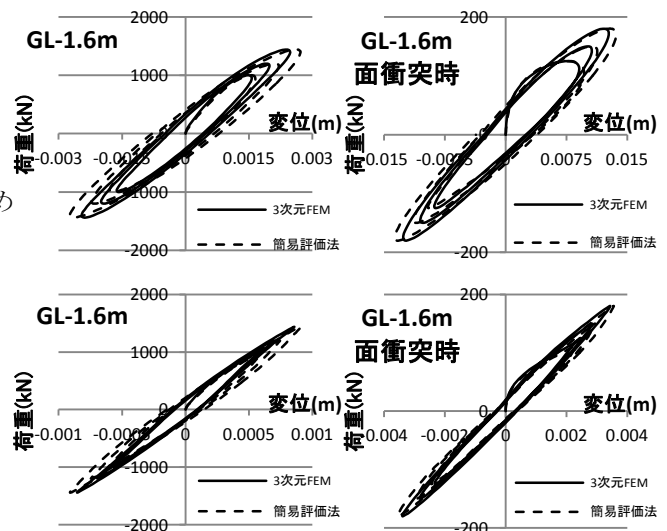


図 2 結果の比較

(上段: $t=0.2m$, 下段: $t=0.3m$)